



19



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 CH 688 267 A5

51 Int. Cl.⁶: B 01 D 053/08
B 01 D 046/38
B 01 J 020/20

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 00673/92

22 Anmeldungsdatum: 04.03.1992

30 Priorität: 13.03.1991 DE A4107983

24 Patent erteilt: 15.07.1997

45 Patentschrift
veröffentlicht: 15.07.1997

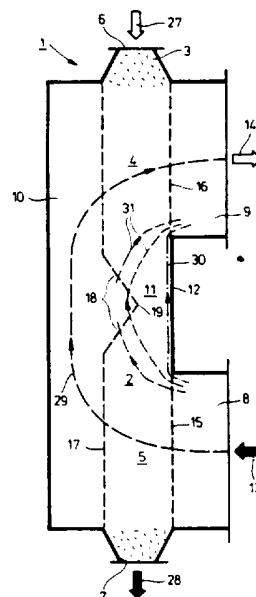
73 Inhaber:
Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH,
Weberstrasse 5, Postfach 36 40,
D-76021 Karlsruhe (DE)

72 Erfinder:
Ohlmeyer, Manfred, Eggenstein-Leopoldshafen (DE)
Martinsteg, Hans, Roetgen/Rott (DE)
Wilhelm, Jürgen, Gondelsheim (DE)

74 Vertreter:
Rottmann, Zimmermann + Partner AG,
Glattalstrasse 37, 8052 Zürich (CH)

54 Mehrwegsorptions-Filteranlage zur Reinigung von Gasen, insbesondere von Abgasen aus Verbrennungsanlagen.

57 Eine Mehrwegsorptions-Filteranlage zur Reinigung von Abgasen z.B. aus Verbrennungsanlagen, mit einem Reaktorgehäuse (1) in vertikaler Anordnung, das eine Filterkammer (2) zur Aufnahme von rieselfähigem Filtermaterial mit einer oberen Aufgabe- und einer unteren Abzugsvorrichtung für das Filtermaterial, sowie mit wenigstens einer Umlenkammer (10) für das Gas. Bei der Anlage soll im Übergangsbereich zwischen zwei quer durchströmten Zonen der Filterkammer unabhängig von der Wandergeschwindigkeit des Filtermaterials die Entstehung von Wärmenestern verhindert werden. Dazu weist eine gasdurchlässige Wand (17) im Übergangsbereich (11) zwischen Umlenkammer (10) und Filterkammer (2) eine gegen den Wandabschnitt (12) zwischen Gaseintritts- und Gasaustrittskammer (8, 9) gerichtete Ausbuchtung (18) auf, durch welche alle Strömungspfade der Teilgasströme (31) in dem Übergangsbereich (11) und die Strömungspfade des Hauptgasstromes (29) in der unteren und der oberen Zone (4, 5) der Filterkammer (2) annähernd gleiche Längen aufweisen. Dabei wird ein minimal notwendiger Durchlass für das Filtermaterial (3) zwischen der Spitze (19) der Ausbuchtung (18) und dem Wandabschnitt (12) belassen, wobei die Spitze (19), bezogen auf die Höhe des Wandabschnitts (12), in oder nahe bei der Mitte des Übergangsbereichs (11) liegt.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Mehrwegsorptions-Filteranlage gem. dem Oberbegriff von Patentanspruch 1.

Eine Filteranlage dieser Bauart, auch als MWS-Wanderbettfilter bezeichnet, ist aus der E-PS 2 540 141 bekannt. Damit kann die Beladekapazität des Filtermaterials optimal ausgenutzt werden. Dabei liegen die Oberkante der Gaseintrittskammer und die Unterkante der Gasaustrittskammer so weit auseinander, dass auch die Teilgasmenge, die den direkten Weg durch das Filtermaterial unter Umgehung der Umlenkammer nimmt, mindestens dieselbe Verweilzeit im Filtermaterial dieses Übergangsbereichs zwischen dem oberen und dem unteren Teil der Filterkammer hat wie der Hauptgasstrom. Andererseits sollen die Strömungsgeschwindigkeiten in dem Übergangsbereich bestimmte, kritische Werte an keiner Stelle unterschreiten, damit keine örtlichen Überhitzungen infolge von exothermen Abscheidungsprozessen sowie von Oxidationen des Kohlenstoffs aus dem Filtermaterial (Aktivkoks, Aktivkohle) eintreten. Um diesen zuletzt genannten, unerwünschten Effekten entgegenzuwirken, wird in der DE 3 609 164 A1 vorgeschlagen, zwischen zwei Wanderbetten eine Strecke verengten Querschnitts mittels trichterförmiger Einschnürungen mit zwischen den Trichtern liegender Druckwiderstandsstrecke einzubauen. Die Einschnürung zwischen den Wanderbetten kann auch asymmetrisch durch eine schräge Verengung zu einer definierten, verengten Widerstandsstrecke eingezogen sein; die der Einschnürung gegenüberliegende Seite besteht bei dieser Ausführungsform aus einer gasdurchlässigen Wandung in Form von Jalousieblechen, Netzwerken, Lochblechen etc., die das körnige, kohlenstoffhaltige Material stützt. Dadurch soll die Verweilzeit des kohlenstoffhaltigen, körnigen Materials in der Strecke verengten Querschnitts zwischen den beiden querdurchströmten Wanderbetten minimiert werden, indem aufgeheiztes Material schnell von einem in das andere Wanderbett überführt wird, um sodann durch das querströmende Gas gekühlt zu werden. Dabei wird jedoch übersehen, dass sich in der Praxis die Verweilzeit des Filtermaterials primär nach der geforderten Reinheit des Gases am Ausgang der Filteranlage richtet und nicht so sehr nach der Temperatur des Filtermaterials bzw. der Strömungsgeschwindigkeit des Gases in der Strecke verengten Querschnitts. Auch ist für die Bildung sogenannter «Wärmenester» oder «hot spots» nicht allein die mittlere Strömungsgeschwindigkeit des Gases entscheidend, sondern die Strömungsgeschwindigkeit einzelner Strömungspfade; deren Geschwindigkeiten können je nach der Strömungspfadlänge erheblich unterhalb der mittleren Strömungsgeschwindigkeit des Gases in einem Übergangsbereich wie z.B. der Strecke verengten Querschnitts liegen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer Filteranlage der gattungsgemässen Art den Übergangsbereich zwischen zwei quer durchströmten Zonen der Filterkammer so zu gestalten, dass unabhängig von der Wandergeschwindigkeit des

Filtermaterials die Entstehung von Wärmenestern in diesem Bereich, die zu einer Entzündung des Filtermaterials führen können, verhindert wird.

Diese Aufgabe wird mit den kennzeichnenden Merkmalen von Patentanspruch 1 gelöst. Die hierauf bezogenen abhängigen Ansprüche beinhalten vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen dieser Lösung.

Da in dem gefährdeten Übergangsbereich und in den darüber und darunter liegenden Zonen der Filterkammer alle Strömungspfade des Gases annähernd gleiche Längen haben, werden auch gleiche Gasgeschwindigkeiten für alle Strömungspfade erreicht, wodurch örtliche Überhitzungen vermieden werden. Da die Verweilzeit des Gases mit dem Quadrat der Strömungspfadlänge zunimmt, werden umso homogenere Temperaturbedingungen erzielt, je geringer die Längenabweichungen der Strömungspfade voneinander sind.

Es wird weiterhin erreicht, dass durch die Vergleichsmässigung aller Strömungspfade – und damit der Strömungsgeschwindigkeiten bzw. der Verweilzeiten und letztlich der Abscheidegrade – eine gleichmässige Beladung des Filtermaterials gewährleistet ist. Dies bedeutet eine weitere Reduzierung des Filtermaterialbedarfs.

In den Abbildungen gem. den Fig. 1 bis 5 sind Ausführungsbeispiele der erfindungsgemässen Filteranlage dargestellt, die im folgenden näher erläutert werden.

Es zeigen

Fig. 1 eine erfindungsgemässe Filteranlage mit einer Ausbuchtung in der gasdurchlässigen Wand der Umlenkammer bei einfacher Umlenkung des Gasstromes,

Fig. 2 die vergrösserte Darstellung des Übergangsbereichs in Fig. 1,

Fig. 3 eine Filteranlage wie bei Fig. 1, jedoch mit einer weiteren Ausbuchtung des Wandabschnitts zwischen Gasein- und Gasaustrittskammer,

Fig. 4 die vergrösserte Darstellung des Übergangsbereichs in Fig. 3 und

Fig. 5 eine Filteranlage wie bei Fig. 3, jedoch mit einer zweifachen Umlenkung des Gasstromes.

Die Filteranlage mit einfacher Umlenkung gem. den Fig. 1 und 2 besteht aus dem Reaktorgehäuse 1 mit Filterkammer 2 zur Aufnahme des Filtermaterials 3 und der daran dicht aufgeflanschten Gaseintrittskammer 8, der Gasaustrittskammer 9 sowie der Umlenkammer 10. Die Kammern 8, 9, 10 sind über gasdurchlässige Wände 15, 16, 17 mit dem Innenraum der Filterkammer 2 verbunden. Zwischen Gaseintrittskammer 8 und der darüber liegenden Gasaustrittskammer 9 befindet sich der gasdichte Wandabschnitt 12, der die Höhe des Übergangsbereichs 11 zwischen der oberen Zone 4 und der unteren Zone 5 der Filterkammer 2 bestimmt. Dieser Wandabschnitt 12 ist so gestaltet und/oder bemessen, dass der Kurzschlussgasstrom 30, der unter Umgehung der Umlenkammer 10 den direkten Weg durch den Übergangsbereich 11 entlang des Wandabschnitts 12 nimmt, die gleiche Strömungspfadlänge hat, wie der Hauptgasstrom

29, der die Filterkammer 2 je einmal in der unteren Zone 5 und der oberen Zone 4 durchströmt. D.h. die Strömungspfadlänge, das ist für den Kurzschlussgasstrom 30 der Weg von der Oberkante der Gaseintrittskammer 8 bis zur Unterkante der Gaseintrittskammer 9, soll in beiden Fällen der doppelten Bettiefe «T» der Filterkammer 2 entsprechen.

Zum Betrieb der Filteranlage wird am oberen Ende der Filterkammer 2 in den Einfüllstutzen 6 frisches Filtermaterial 27, z.B. körnige Aktivkohle, aufgegeben, das nach der Beladung mit Schadstoffen aus dem im Kreuz-Gegenstrom geführten Rohgas 13, das nach dem zweimaligen Durchtritt durch die Filterkammer 2 als Reingas 14 die Filteranlage verlässt, am unteren Ende durch den Entleerungsstutzen 7 als verbrauchtes Filtermaterial 28 abgelassen wird. An die Stutzen 6, 7 sind Aufgabe- und Abzugseinrichtungen (nicht dargestellt) für die Förderung des Filtermaterials 3 anschliessbar, die entsprechend der vorgesehenen Betriebsweise eine kontinuierliche bis diskontinuierliche Bewegung des Filtermaterials 3 gestatten. Die Durchlaufgeschwindigkeit des Filtermaterials 3 wird dabei in der Regel durch den vorgegebenen, maximal zulässigen Restschadstoffgehalt des Reingases 14 bestimmt.

Um die Strömungspfadlänge der Teilgasströme 31 im Übergangsbereich 11 den Strömungspfadlängen des Hauptgasstromes 29 durch die untere und die obere Zone 4, 5 anzugleichen, ist gegenüber dem Wandabschnitt 12 im Übergangsbereich 11 eine entsprechend bemessene Ausbuchtung 18 in die gasdurchlässige Wand 17 auf der Seite der Umlenkammer 10 eingefügt. Die Neigung der die Ausbuchtung 18 bildenden Tangenten 22 an die Kreisbögen 20 ist dabei durch die erforderlichen Schüttwinkel « α_1 » und « α_2 » für den Transport und die Andrückkraft des Filtermaterials 3 im Übergangsbereich 11 und den minimal notwendigen Durchlass für das Filtermaterial 3 zwischen der Spitze 19 und dem Wandabschnitt 12 vorgegeben. Mit Rücksicht auf die Maschen, Jalousien etc. in den gasdurchlässigen Tangentialwänden 22 sollte der Schüttwinkel « α_1 » für den Transport etwas steiler bemessen werden als der Schüttwinkel « α_2 » für die Andrückkräfte des Filtermaterials. Die Radien «R» der Kreisbögen 20 entsprechen der Bettiefe «T» in den Zonen 4 und 5, wobei deren Mittelpunkte 24 am oberen und am unteren Ende des Wandabschnitts 12 liegen. Durch diese Vorgaben liegt die Spitze 19 der Ausbuchtung 18 nicht zwangsläufig genau in der Mitte des Übergangsbereiches 11, aber stets nahe bei der Mitte. Auch können die Tangenten 22 zur Umlenkammer 10 hin in die Kreisbögen 20 übergehen.

Das Reaktorgehäuse 1 besteht in der Regel aus einer dicht verschweissten bzw. mit Flanschverbindungen verschraubten Blechkonstruktion. Die Gaseintritts- und Gasaustrittskammern 8 und 9 sowie die Umlenkammer 10 sind dabei mit Flanschen dicht auf die zugehörigen Öffnungen der Filterkammer 2 aufgeschraubt, in die die gasdurchlässigen Wände 15, 16 und 17 zur Trennung des Filtermaterials 3 von den gasdurchströmten Kammern 8, 9 und 10 eingesetzt sind. Die gasdurchlässigen Wände 15,

16 und 17 bestehen dabei aus Jalousieblechen, Sieb- oder Lochblechen, Maschendrahtgeweben etc. bzw. Kombinationen wie Maschendrahtgewebe mit Stützgittern. Die Aufgabe dieser gasdurchlässigen Wände ist es, das Gas ohne grossen Widerstand in die und aus der Filterkammer 2 strömen zu lassen, jedoch zu verhindern, dass Filtermaterial aus den Filterkammern ausgetragen wird und die Durchtrittsöffnungen in den gasdurchlässigen Wänden durch Staub verstopfen.

In den Fig. 3 und 4 ist eine Weiterbildung der Erfindung gem. Fig. 1 und 2 in der Form dargestellt, dass auch der gasdichte Wandabschnitt 12 im Übergangsbereich 11 eine keilförmige Ausbuchtung 25 in Richtung der Filterkammer 2 aufweist. Die übrigen Ausführungen und Funktionen entsprechen denen zu Fig. 1 und 2. Aus Fig. 4 ist ersichtlich, dass sich der Übergangsbereich 11 gegenüber dem aus Fig. 2 verkürzt hat, da die Länge des Wandabschnitts 12 hier nicht mehr durch eine Gerade mit der Länge $2T = 2R$ gebildet wird, sondern durch zwei Dreieckseiten mit jeweils der Länge $T = R$, welche die keilförmige Ausbuchtung 25 mit der Spitze 26 bilden. Die Form für die Ausbuchtungen 18 und 25 ist unter Beachtung der Schüttwinkel und durch den notwendigen Minimalabstand zwischen den Spitzen 19 und 26 bestimmt, der für den Durchlass des Filtermaterials erforderlich ist.

Eine weitere Ausführung des Reaktorgehäuses 1, das auch mit mehreren Umlenkammern versehen sein kann, ist in Fig. 5 mit zweifacher Umlenkung des Hauptgasstromes 29, d.h. dreifacher Durchströmung des Filtermaterials 3 durch die Filterkammer in den Zonen 5, 4n und 4 dargestellt. Es ist im Prinzip dasselbe Gehäuse wie in Fig. 1, jedoch mit der Ausbildung der Übergangsbereiche 11 bzw. 11n entsprechend der Fig. 4, wobei der Übergangsbereich 11n gegenüber dem Übergangsbereich 11 seitenverkehrt angeordnet ist. Bei weiteren Umlenkungen würde sich diese Seitenumkehr entsprechend n-mal wiederholen. Die notwendige Anzahl der Umlenkungen n ergibt sich durch die Form und Länge der sogen. Massentransportzone bzw. Beladekurve des Filtermaterials 3, die sich als empirische Grösse aus den abzuscheidenden Schadstoffen und dem Abscheidevermögen des Filtermaterials ermitteln lässt. Die Zahl der Umlenkungen n kann theoretisch beliebig hoch gewählt werden, ihr sind jedoch durch verfügbare Bauhöhen und wirtschaftliche Überlegungen Grenzen gesetzt.

Patentansprüche

1. Mehrwegsorptions-Filteranlage zur Reinigung von Gasen, insbesondere von Abgasen aus Verbrennungsanlagen, mit einem Reaktorgehäuse (1) in vertikaler Anordnung, das eine Filterkammer (2) zur Aufnahme von rieselfähigem Filtermaterial enthält, das Reaktorgehäuse ist ferner mit einer oberen Aufgabevorrichtung und einer unteren Abzugsvorrichtung für das Filtermaterial, wenigstens einer Umlenkammer (10) für das Gas, einer der bzw. der ersten Umlenkammer (10) gegenüber gelegenen Gaseintrittskammer (8) und einer in Abstand über der Gaseintrittskammer (8) angeordneten Gas-

austrittskammer (9) ausgestattet, die Umlenk-
kammer oder -kammern (10) und die Gaseintritts- und
die Gasaustrittskammer (8, 9) sind mittels gas-
durchlässiger Wände (15, 16, 17) von der Filter-
kammer (2) getrennt, der bzw. die der bzw. den
Umlenkammern (10) gegenüberliegenden Wandab-
schnitt der Filterkammer im Übergangsbereich (11)
von der oberen (4) zur unteren Zone (5) zwischen
Gaseintritts- (8) und Gasaustrittskammer (9) ist
bzw. sind als gasdichte Filterkammerbegrenzung
ausgebildet und so bemessen, dass die Weglänge
des Kurzschlussgasstromes entlang dem Wandab-
schnitt wenigstens der doppelten Bettiefe der Filter-
kammer ausserhalb des Übergangsbereichs ent-
spricht, gekennzeichnet durch die folgenden Merk-
male:

die gasdurchlässige Wand (17) zwischen Umlenk-
kammer (10) und Filterkammer (2) weist jeweils in
dem Übergangsbereich (11) eine gegen den Wand-
abschnitt (12) zwischen Gaseintritts- und Gasaus-
trittskammer (8, 9) gerichtete keil- oder wellenförmige
Ausbuchtung (18) auf, die so bemessen ist,
dass alle Strömungspfade der Teilgasströme (31) in
dem Übergangsbereich (11) und die Strömungspfa-
de des Hauptgasstromes (29) in der bzw. den je-
weils unteren und der oder den jeweils oberen Zo-
nen (4, 5) des Filtermaterials (3) in der Filterkam-
mer (2) annähernd gleiche Längen haben unter
Belassen eines minimal notwendigen Durchlasses
für das Filtermaterial (3) zwischen der Spitze (19)
der Ausbuchtung (18) und dem Wandabschnitt (12),
wobei die Spitze (19), bezogen auf die Höhe des
Wandabschnitts (12), in oder nahe bei der Mitte
des Übergangsbereichs (11) liegt.

2. Filteranlage nach Anspruch 1, dadurch ge-
kennzeichnet, dass die Kontur der Ausbuchtung
(18) von zwei an Kreisbögen (20) angelegten Tan-
genten (22) bestimmt ist, deren Radien «R» der
Bettiefe «T» der Filterkammer (2) entsprechen und
die in der Mitte des Übergangsbereichs (11) in die
gemeinsame Spitze (19) übergehen, wobei die Nei-
gung der Tangenten (22) derart gewählt ist, dass
der Transport des Filtermaterials (3) im Übergangs-
bereich (11) gewährleistet ist und die Andrückkraft
des Filtermaterials (3) vorbestimmte Werte nicht
überschreitet.

3. Filteranlage nach Anspruch 2, dadurch ge-
kennzeichnet, dass die Mittelpunkte (24) der beiden
Radien «R» am oberen und am unteren Ende des
Wandabschnitts (12) liegen.

4. Filteranlage nach Anspruch 2, dadurch ge-
kennzeichnet, dass die Tangenten (22) zur Umlenk-
kammer (10) hin in die Kreisbögen (20) übergehen.

5. Filteranlage nach einem der Ansprüche 1 bis
4, dadurch gekennzeichnet, dass auch der gasdich-
te Wandabschnitt (12) eine keilförmige Ausbuchtung
(25) in Richtung der Filterkammer (2) aufweist, de-
ren Spitze (26) in oder nahe bei der Mitte des
Übergangsbereichs (11) liegt.

6. Filteranlage nach einem der Ansprüche 1 bis
5, dadurch gekennzeichnet, dass das Reaktorge-
häuse (1) in Richtung des Hauptgasstromes (29)
mit mehreren, hintereinandergeschalteten Umlenk-
kammern (10, 10n) ausgestattet ist, wobei jeder
Umlenkammer (10, 10n) in den Übergangsberei-

chen (11, 11n) je eine keilförmige Ausbuchtung (18,
18n) der gasdurchlässigen Wand (17, 17n) zuge-
ordnet ist.

7. Filteranlage nach einem der Ansprüche 1 bis
6, dadurch gekennzeichnet, dass das rieselfähige
Filtermaterial aus körniger Aktivkohle oder körnigem
Aktivkoks besteht.

Fig. 1

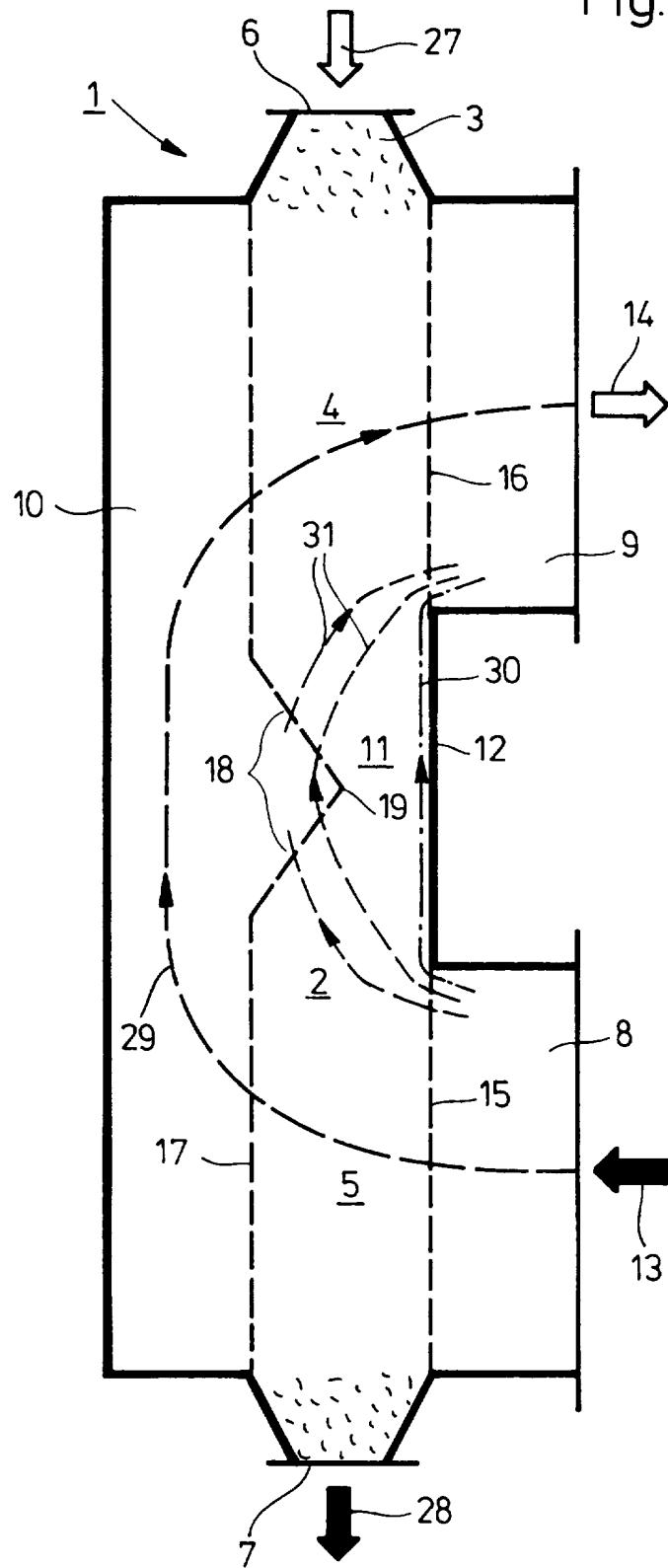


Fig. 2

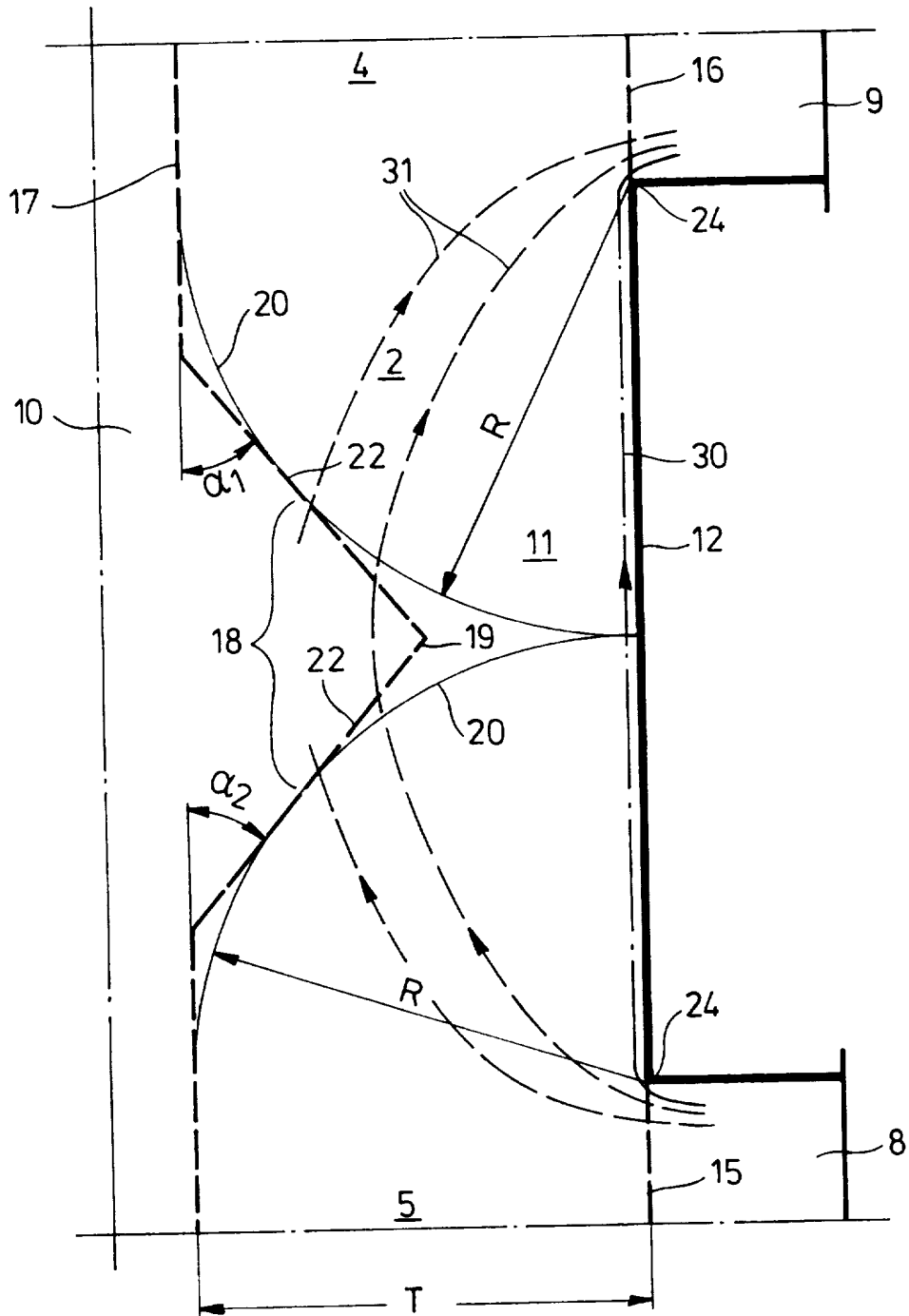


Fig. 3

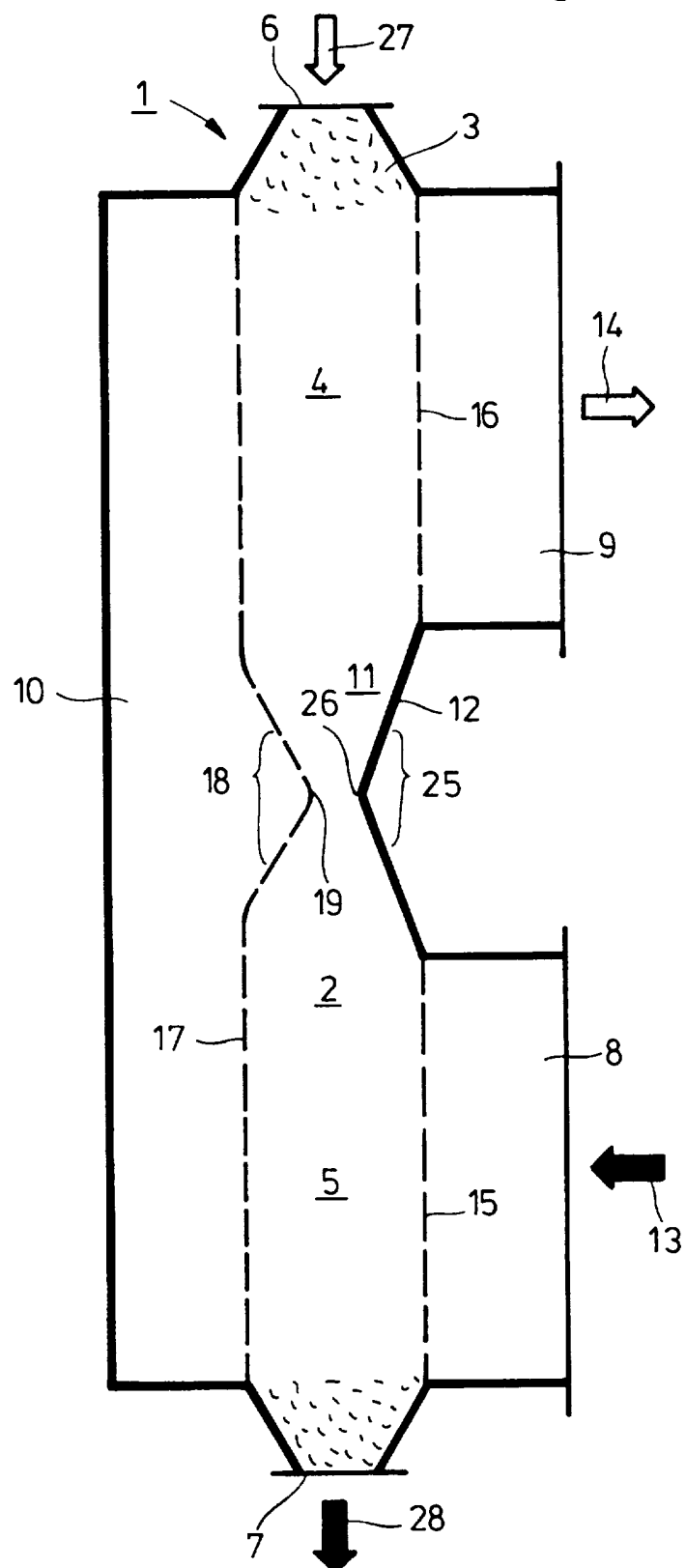


Fig. 4

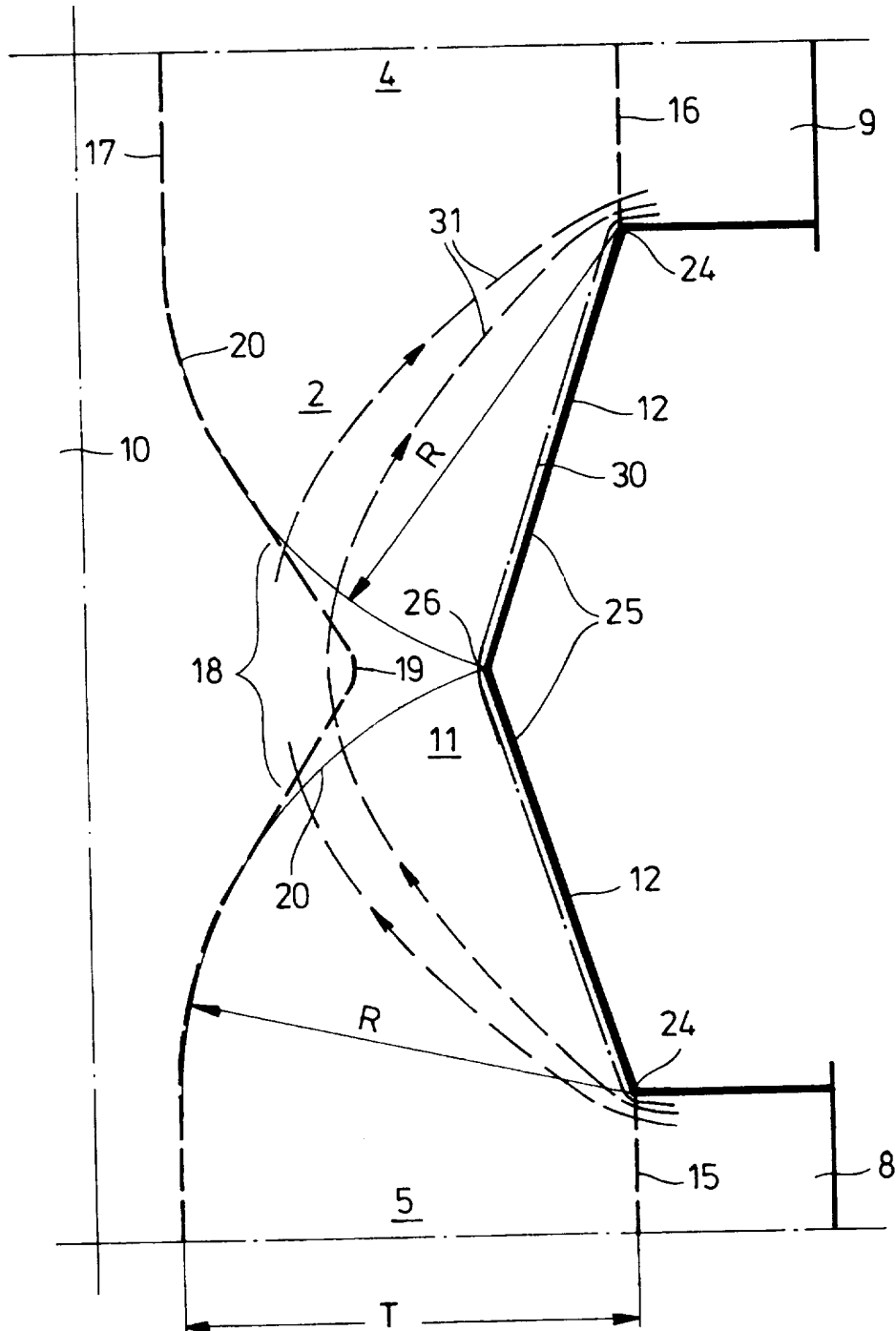


Fig. 5

